

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
г. Алейска “Средняя школа №2”

***Итоговый индивидуальный проект  
на тему:  
«Искусственные органы и протезы-проблемы и  
перспективы »***

Выполнил:

ученик 11 класса «А»

Воробьев Алексей Станиславович

Руководитель:

учитель Биологии

Наталья Геннадьевна

г. Алейск,

2021 года

## **Содержание:**

### **Введение**

### **Глава 1. Первые упоминания и применения**

### **Глава 2. Создание искусственных органов**

### **Глава 3. Протезы, искусственный мочевой пузырь и кардиостимулятор**

### **Глава 4. Как крепиться протез**

### **Заключение**

### **Список литературы:**

<https://lifecity.com.ua/?l=knowledge&mod=view&id=51>

<https://school-science.ru/6/1/36687>

<https://biomolecula.ru/articles/iskusstvennye-organy-i-tkanevaia-inzheneriia>

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственные\\_органы\\_и\\_ткани](https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственные_органы_и_ткани)

<https://dr-lukin.ru/o-boleznyah/elektrokardiostimulyator/>

<https://fp.com.ua/foto/kak-vyrashhyvayut-yskusstvennye-organy/>

<https://www.sb.by/articles/operatsii-otchayaniya-i-nobelevskie-strasti.html>

<https://ophthalmocenter.ru/patient/oftalmology/755-bionicheskij-glaz-cto-eto-takoe.html>

<https://www.wp-german-med.ru/urologia/1052-iskusstvennyj-mochevoj-puzyr-protezirovanie-mochevydelitelnoj-sistemy.html>

<https://news.itmo.ru/ru/science/cyberphysics/news/9952/#link4>

## **Введение**

Тема проекта: Искусственные Органы и протезы - Проблемы и Перспективы.

Актуальность: Человек не бессмертное существо, и его органы с течением времени изнашиваются. Так же рождаются люди с хроническими заболеваниями, не говоря о получении механических травм, с потерей конечностей и повреждении внутренних органов.

Предмет исследования: искусственные органы и протезы.

Цель проекта: Выяснить и рассказать информацию об появлении, влиянии, использовании искусственных органов и о проблемах связанными с ними. А так же рассказать о современных протезах, на что они способны и что нас ждет в будущем.

Методы: Использование сети интернет и различной литературы.

## **Глава 1: Первые упоминания и применения**

Об искусственных органах говорится в мифологии древних греков, христианских сказаниях и в средневековье. Ходит преданье о Китайском хирурге Хуа Ту, что он удалял поврежденные органы и пересаживал здоровые.

Так же стоит вспомнить человека основавшего изучение кожной пластики зовут его Жак Луи Реверден. Первым кто создал "искусственную почку" стал в 1913 году американский ученый Дж. Абель.

Для начала был использован аппарат искусственного сердца и легких в 1926 году, применили его на собаке которой отделили голову от тела, подключив к аппарату, который поддерживал ее жизнь целых несколько часов, бедное животное способно было принимать пищу и быть в сознании.

В 1943 году Нидерландский ученый В. Кольфф создает первую искусственную почку и использует ее во врачебной практики в следствии чего, пациентка смогла прожить 11 часов.

В 1963 году Американский ученый Дж. Гиббон применяет аппарат для поддержания жизни пациента при операции на человеческом сердце. Из-за чего и по сей день используется данный прибор.

1969 год Д. Лиотта и Д.Коли трансплантируют искусственное сердце в следствии чего пациент проживает 64 часа.

Самое первое удачное применение на человеке! Было искусственное сердце Jarvik-7, он представлял собой громоздкий аппарат для поддержания жизнеобеспечения. Его применили на человеке по имени Барни Кларк. Аппарат поддерживал его жизнь в течении 112 дней, к сожалению он скончался от сгустков крови и других осложнений. На данный момент Jarvik-7 используют так же как продление жизни пациентам на недолгий срок пока они не дождутся нового сердца.

## Глава 2: Создание искусственных органов

Создание органов- очень дорогая задача которую делят на два вида:

первый- выращивание, второй- технический(распечатка на биопринтере). На данный момент есть несколько искусственных органов, которые получается вырастить и даже использовать на практике, ученые смогли создать: мочевой пузырь, роговицу, трахея, кожа, сердечные клапаны, уретра. Даже удалось вырастить зуб но к сожалению только в организме крысы. Разработана технология восстановления гортани. Был случай успешной имплантации трахеи девушке в 2010 году, проведена хирургом Маккиарини. К сожалению выращивание сердца, печени и почек задача крайне сложная но ученые надеются что это дело будущего. Нетканые губчатые матрицы для органов делают из биоразрушаемых полимеров молочной и гликолевой кислот, полилактона и многих других веществ. Большие перспективы и у гелеобразных матриц, в которые, кроме питательных веществ, можно вводить факторы роста и другие индукторы дифференцировки клеток в виде трехмерной мозаики, соответствующей структуре будущего органа. А когда этот орган сформируется, гель бесследно рассасывается. Для создания каркаса также используют полидиметилсилоксан, который можно заселить клетками любой ткани.

Базовая технология выращивания органов, или тканевая инженерия, заключается в использовании эмбриональных стволовых клеток для получения специализированных тканей.

Так же был проведен эксперимент на крысе, сердце крысы помещали в специальный раствор, с помощью которого удаляли клетки мышечной сердечной ткани, оставив другие ткани нетронутыми. Очищенный каркас засеивали новыми клетками сердечной мышцы и помещали в среду, имитирующую условия в организме. Всего через четыре дня клетки размножились настолько, что начались сокращения новой ткани, а через восемь дней реконструированное сердце уже могло качать кровь. С помощью этого же метода на донорском каркасе была

выращена новая печень, которую затем пересадили в организм крысы.

Базовая технология выращивания органов, или тканевая инженерия, заключается в использовании эмбриональных стволовых клеток для получения специализированных тканей. Эти клетки затем помещают внутрь структуры соединительной межклеточной ткани, состоящей преимущественно из белка коллагена. Матрицу из коллагена можно получить путем очистки от клеток донорской биологической ткани или создать ее искусственным путем из биоразрушаемых полимеров либо специальной керамики, если речь идет о костях. В матрицу помимо клеток вводят питательные вещества и факторы роста, после чего клетки формируют целый орган или его фрагмент. В биореакторе удалось вырастить мышечную ткань с готовой кровеносной системой. Разработаны 3D-органويدы глазного яблока и сетчатки глаза с фоторецепторными клетками: палочками и колбочками. Из недифференцированных эмбриональных клеток лягушки вырастили глазное яблоко и вживили его в глазную полость головастика. Через неделю после операции симптомы отторжения отсутствовали, и анализ показал, что новый глаз полностью интегрировался в нервную систему и способен передавать нервные импульсы.

А в 2000 г. опубликованы данные о создании глазных яблок, выращенных из недифференцированных эмбриональных клеток. Выращивание нервной ткани наиболее сложно из-за многообразия типов составляющих ее клеток и их сложной пространственной организации. Однако на сегодня существует успешный опыт выращивания аденогипофиза мыши из скопления стволовых клеток. Создана трехмерная культура органоидов клеток головного мозга, полученных из плюрипотентных стволовых клеток.

**Печатные органы:** Уже налажено серийное производство биопринтеров, которые слой за слоем печатают живые ткани и органы заданной трехмерной формы. Принтер способен с высокой скоростью наносить живые клетки на любую

подходящую подложку, в качестве которой используют термообратимый гель. При температуре ниже 20 °С он представляет собой жидкость, а при нагреве выше 32 °С затвердевает. Причем печать создается из материала, клеточных культур пациента. Напечатанные клетки со временем срастаются, а тончайший слой геля позволяет повысить прочность и обеспечить легкое и безопасное удаление с помощью воды. Однако чтобы воссоздать орган нужны клетки нескольких типов. По мимо этого еще до конца не известен принцип формирования правильной клетки за счет деления. Но не смотря на все сложности, ученые верят в выполнимость этих задач и поднять медицину на новый уровень.

Ну, а так же созданы новейшие технологии по печати 3D костей с их гиперэластичностью, они не вызывают иммунного ответа и клетки их принимают с последующим окостенением.

### **Глава 3 Протезы, искусственный мочевого пузыря и кардиостимулятор**

Хотя протезы трудно назвать искусственными органами, в наши дни они являются не заменимой частью травмированных людей как и кардиостимулятор, благодаря которому люди могут жить с больным сердцем.

1. Кардиостимулятор это электронное устройство, которое имплантируется в тело человека для регулирования сердечного ритма. Он состоит из батареи и электронной схемы (миникомпьютера), заключенных в герметичный титановый корпус. Его размер достаточно небольшой, объем менее 13 см<sup>3</sup> (почти в 2 раза меньше спичечной коробки), а вес не превышает 25 граммов (три десятирублевые монеты). К стимулятору подсоединяются электроды – провода, которые имплантируются в сердце. Через эти электроды кардиостимулятор посылает электрические импульсы к сердцу и получает информацию о сокращении сердечной мышцы – миокарда.

Электроды кардиостимулятора имплантируются в правое предсердие и правый

желудочек. Предсердный электрод стимулирует оба предсердия, желудочковый оба желудочка. Сам ЭКС подшивается под большую грудную мышцу, обычно под левой ключицей.

2. Бионический глаз- представляет собой особое устройство, которое помогает слепым пациентам в некоторой степени компенсировать их инвалидность.

Принцип работы этого аппарата основан на имплантации искусственной сетчатки в поврежденное глазное яблоко, что позволяет активизировать работу сохранившихся нейрорецепторов.

Из-за травм или же у стариков, сетчатка перестает реагировать на свет, при этом нейроны сохраняют работоспособность, бионический глаз как раз и помогает задействовать эти нейроны.

Бионический глаз представлен полимерной матрицей, в которой имеются светодиоды. Она может фиксировать даже слабые электрические импульсы, а затем передавать их на нервные окончания. Сигналы, которые преобразуются в электрическую форму, активизируют сохранившиеся нейроны сетчатки и оптического нерва.

Биомедицинские технологии совершенствуются каждый год. В настоящее время стандартная матрица для бионического зрения содержит 500 фотоэлементов (в сравнении с 16 фотоэлементами в первых моделях). При этом информация передается в головной мозг через миллион нервных окончаний.

Известная системы бионического глаза Argus II (американского производителя Second Sight) состоит из импланта сетчатки и маленькой видеокамеры, которая встроена в очки. В камере есть фиксирующий элемент, передающий информацию на процессор.

Стоимость устройства Аргус 2 составляет порядка 150 000 долларов.

**Протез мочевого пузыря:** Существует технология Neoblase – это протезирование мочевого пузыря методом ортотопной трансплантации. Ортотопная трансплантация – пересадка внутри организма одного органа или его фрагмента на место другого, с соответствующей передачей функций органов.

На место удаленного мочевого пузыря пересаживают небольшой фрагмент ткани, из которой образованы стенки тонкого кишечника. Этому выделенному фрагменту придают форму шара, воспроизводящую контур мочевого пузыря. Пластически



сформированный пузырь соединяют (поверх запорной мускулатуры) с мочеиспускательным каналом, так что после заживления все начинает функционировать по-прежнему.

Операция по замене мочевого пузыря искусственным осуществляется микрохирургически. Инновационная методика (операция по Штудеру) позволяет устанавливать искусственный мочевой пузырь без каркасных устройств (шин), направляющих его формирование. Бескаркасная методика гарантирует более быстрое заживление и ускоренную реабилитацию пациента. Пребывание в хирургическом стационаре ограничено в этом случае всего двумя неделями.

Курс послеоперационной реабилитации, проводимый в стационаре, включает в себя «тренировку континенции». Это обучение пользованию новым мочевым пузырем. Пациент учится уверенному управлению выделительной системой, чтобы не случилось досадных недержаний. В принципе, к выписке он обходится со своим новым пузырем (Neoblase) точно так же, как и с прежним, когда тот был здоров. В необходимых случаях для нормализации деятельности запорной мускулатуры пациент получает специальные медикаменты.

По мнению экспертов в области хирургии и урологии, Neoblase с установкой по Штудеру – идеальный вариант замены мочевого пузыря, позволяющий пациентам вернуться к нормальному качеству жизни.

**Протезы рук:** Британская компания RSLSteeper, имеющая на данный момент около 90 лет опыта в протезировании, вывела бионический протез кисти руки BeBionic на международный рынок в 2010 году. На тот момент искусственная рука для взрослого имела только четыре функциональных захвата, но уже позволяла есть, пить, печатать, поворачивать ключ в замке, использовать банкомат и держать маленькие предметы. Пользователь с помощью устройства может разбивать яйца и держать в руке одноразовый стаканчик — потому что даже сила нажатия регулируется командами, снимаемыми датчиками с мышц.

Отсутствие массового спроса и низкая конкуренция — основная причина, по которой бионические протезы очень дорого стоят. В 2013 году протез ладони стоил до ста тысяч долларов.

Как удешевить протез? Нужно сделать дешевле его производство. В 2013 году успешно завершилась краудфандинговая кампания на IndiaGoGo по созданию открытого и доступного протеза ладони, большую часть деталей для которого можно распечатать на 3D-принтере. Устройство имеет независимые приводы для каждого пальца, тактильную обратную связь и считывает сигналы через кожу для управления. В ладони устройства находятся электроприводы и управляющая плата на Arduino.

В 2014 году в госпитале Университета Джона Хопкинса разработали протез обеих рук и испытали его на человеке, который потерял обе руки от плеча и ниже. Для управления протезом система считывала сигналы с грудных мышц.

Существует видео доказывающие это.

Ссылка: <https://www.youtube.com/watch?v=9NOncx2jU0Q&t=194s>

В мае 2016 года 26-летний Джеймс Янг получил протез, сделанный похожим на руку Солида Снейка — героя серии игр Metal Gear Solid. Джеймс потерял левую руку, повредил левую ногу и получил другие повреждения, когда попал под поезд, и после больницы получил стандартные протезы, которые сам описал как «уродливые». Сейчас он «обкатывает» очередной прототип искусственной руки. В 2013 году команда из Cleveland Veterans Affairs Medical Center и Case Western Reserve University разработала протез, сенсоры которого напрямую подключены к нервным окончаниям оставшейся части конечности. В этом случае импульсы с датчиков не отличаются от импульсов, которые передаёт собственная рука. Первый доброволец, который испытал на себе устройство, рассказал, что стал чувствовать «пальцами», ладонью и тыльной частью ладони. На видео ниже доброволец пытается оторвать веточку от вишни — сначала с выключенной функцией чувствительности искусственной руки, затем — с включенной. Во втором случае он лучше справляется с этой задачей.

На российском рынке фактически нет игроков, которые ввели в коммерческое использование бионические протезы рук. Разработку ведёт стартап «Моторика», известный внедрением в федеральную программу обеспечения инвалидов техническими средствами реабилитации тяговых протезов для детей — благодаря этой компании дети получают тяговые протезы за счёт государства.

По мнению Ильи Чеха, основателя «Моторики», сейчас есть два направления развития бионических протезов.

Первое — это очувствление, то есть обратная связь, позволяющая владельцу протеза получать информацию о качествах объекта, к которому он прикасается устройством.

Второе — вживление всех элементов, включая каркас и датчик. Одна из проблем с протезом Джеймса Янга, получившего руку, похожую на руку из Metal Gear Solid, это необходимость снимать такой протез для сна или принятия душа. В будущем протезы будут скорее напоминать руку главного героя фильма «Я, робот», сыгранного Уиллом Смитом. Не в плане соответствия собственной конечности, а в плане отсутствия необходимости дополнительного ухода.

## **Глава 4: Как крепиться протез**

Протез держится на руке с помощью культеприемной гильзы, которая соединяет протез и руку. Гильза плотно прилегает к руке и находится внутри протеза, в нее вставляется имеющаяся часть конечности. Гильза также изготавливается индивидуально для каждого пользователя. А так же из нее могут исходить провода крепящиеся к мышцам. Управление протезом происходит с помощью датчиков мышечной активности, которые встроены в культеприемную гильзу. Они считывают электрический потенциал с мышц в момент их сокращения. Информация с датчиков передается на микропроцессор кисти и через компьютерные алгоритмы преобразуется в двигательные команды, и протез выполняет определенный жесты или хват. Сегодня все бионические протезы управляются мышечными импульсами, которые возникают при «представлении» в голове фантомного жеста и попытки мышцами руки выполнить этот жест. В будущем, безусловно, мы сможем считывать это представление непосредственно с двигательной коры головного мозга, но до этого еще 15-20 лет разработок в области нейроинтерфейсов.

**Заключение:** На данный момент существует множество компаний по: производству созданию искусственных органов, протезов кардиостимуляторов и многого другого, например тех же протезов зубов, о которых я не стал упоминать. Конечно дело это не из дешёвых и требует колоссальных вложений как со стороны компаний, так и покупателей. Но ученые верят, что в будущем разработки станут дешевле, а с помощью технологий мы добьемся больших высот чем сейчас.